

## 明細書

## 技術分野

本発明は、ズーム機能付き投射レンズを備えたプロジェクタにおける投射画像の色むら補正装置および色むら補正方法に関する。

## 背景技術

画像表示装置としては、液晶パネル、デジタル・マイクロミラー・デバイス（DMD；テキサスインスツルメント社の登録商標）、CRT等の表示デバイス上に形成される画像を、投射レンズによってスクリーン上に投射表示するプロジェクタ（投射型表示装置）が知られている。例えば、透過型の液晶プロジェクタでは、光源からの光束を液晶パネルを透過させることにより、画像信号に対応した変調を施し、これによって形成される画像を投射レンズを介してスクリーン上に投射表示するように構成されている。かかるプロジェクタの投射レンズとしては、一般に、ズーム機能付きのものが利用されており、スクリーン上における投射画像を所定範囲内で拡大、縮小可能となっている。

ここで、スクリーン上に表示される投射画像は、色むらのない均一な画像であることが望ましい。しかし、実際には液晶パネル等の表示デバイスの入出力特性、画像信号の信号処理回路等の電気的特性、光学系の光学特性等のばらつきに起因して、投射画像に色むらが発生する場合が多い。

そこで、従来のプロジェクタでは色むら補正回路が搭載されており、当該色むら補正回路によって色むらの発生している画素の画像データを補正して色むらを抑制している。画像データを補正するための色むら補正データは、例えば、次のようにして求められる。まず、中間調の一様な画像（以下、べた画像と呼ぶ。）、典型的にはグレーのべた画像を投射表示し、表示された投射画像をビデオカメラで撮影したり、あるいはその投射画像の輝度を輝度計で測定することにより、投射画像の色むらの分布を測定する。次に、色むらの発生している画素の画像データの調整と、調整後の画像データの投射画像に発生する色むら測定とを繰り返し行なうことにより、適切な色むら補正データを求める。このようにして求められた補正データはROM等に予め格納され、色むら補正回路は当該色むら補正データを参照して画像データを補正している。

### 発明の開示

しかしながら、従来の色むら補正方法は投射レンズのズーム状態を考慮していない。

このために、或る特定のズーム状態では投射画像に色むらが発生していない場合でも、

ズーム状態が変わると、無視し得ない色むらが投射画像に発生するおそれがある。ズーム

5 状態に応じて投射画像の色むら発生状態が変動する理由は、例えば、透過型の液晶プロジェクタにおいては、ズーム量に応じて液晶パネルを透過する光量が変動するなどの要因によるものと推測される。

このように、従来のプロジェクタの色むら補正方法においては、投射レンズのズーム状態が考慮されていないので、ズーム状態の如何に拘らずに、常に色むらの無い投射

10 画像を生成することができないという課題がある。

本発明の目的は、上記点を鑑みて、投射レンズのズーム状態に拘らず、常に色むらの無い投射画像あるいは色むらが抑制された投射画像を形成可能なプロジェクタの色むら補正方法を提案することにある。

また、本発明の課題は、かかる色むら補正方法により色むらの補正を行なうプロジェクタを提案することにある。

上記の課題を解決するために、本発明は、画像信号に対応した投射画像をスクリーン上に形成するズーム機能付き投射レンズを有するプロジェクタにおいて：前記投射レンズのズーム状態を検出するズーム状態検出部と；検出されたズーム状態に基づき前記画像信号に対して色むら補正を施す色むら補正部とを有していることを特徴としている。

ここで、前記色むら補正部は、前記ズーム状態に応じた色むら補正データを記憶保持しているメモリを備えている。

また、当該色むら補正部は、制御回路および色むら補正回路とを備えており、

前記メモリは、少なくとも第1および第2のズーム状態に応じた第1および第2の色むら補正データを記憶保持しており、前記制御回路は、前記第1および第2のズーム状態

25 の間のズーム状態における前記色むら補正データを、これら第1および第2の色むら補正データに基づき算出し、前記色むら補正回路は算出された色むら補正データを用いて前記画像信号に対して色むら補正を施す構成とすることができます。

本発明を適用可能なプロジェクタとしては、液晶ライトバルブを用いたものを挙げることができる。

30 一方、本発明は、画像信号に対応した投射画像を、ズーム機能付き投射レンズによつ

て、スクリーン上に形成するプロジェクタの色むら補正方法であって：前記投射レンズのズーム状態に応じて、前記画像信号に対して色むら補正を施すことを特徴としている。

この場合、色むらの補正を、前記投射レンズのズーム状態を検出するズーム状態検出工程と、検出されたズーム状態に応じた色むら補正データを算出する色むら補正データ算出工程と、算出された前記色むら補正データを用いて前記画像信号に対して色むら補正を施す色むら補正工程とを含む工程により行なうことができる。

ここで、前記色むらデータ算出工程では、予め記憶保持されているズーム状態に対応した複数組の色むら補正データから、検出されたズーム状態に対応した色むら補正データを選択して出力するようにしてもよい。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明を適用した透過型の液晶プロジェクタの主要部分を示す概略ブロック図である。

図2は、色むら補正データの算出方法を説明するための説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下に、図面を参照して、本発明を適用したプロジェクタの実施例を説明する。

図1はカラー画像を表示する透過型の液晶プロジェクタの実施例を示す主要部分の概略構成図である。この図に示すように、本例の液晶プロジェクタ1は、外部装置である画像信号供給装置100から供給される画像信号VSに所定の信号処理を施す画像コンバータ2と、当該画像コンバータ2から供給される画像信号DSにガンマ補正を施すガンマ補正回路3と、ガンマ補正後の画像信号DS<sub>γ</sub>に色むら補正処理を施す色むら補正回路4と、色むら補正が施された画像信号DS<sub>c</sub>に基づき、液晶パネル5を駆動する液晶パネル駆動回路6とを有している。

また、CPU等から構成される制御回路7を有しており、当該制御回路7はメモリ8に保持されている各種情報に基づき、上記の各回路2、3、4、6の駆動を制御する。

メモリ8には、EPROM、EEPROM、FRAM等の様々な不揮発性メモリが用いられる。

上記の画像コンバータ2は、入力画像信号VSを液晶パネル5に入力可能な画像信号DSに変換して出力するものである。この画像信号DSには、タイミング信号として垂直同期信号、水平同期信号およびクロック信号が含まれている。また、この画像信号DSとして出力される画像データとしては、1画素当たり24ビットの画像データが各画素5毎に連続して出力される。なお、1画素の画像データは、R、G、Bの各色毎に8ビットの色データで構成されている。以下の説明では、画像信号DSに含まれる画像データを、説明の便宜上「画像データDS」と呼ぶ場合があり、また、タイミング信号を除く画像信号のみを「画像信号DS」と呼ぶ場合もある。

10 ガンマ補正回路3は、入力画像信号VSに対する光の出力特性が所望の特性に変化するように、画像データDSを補正する。ガンマ補正回路3は、メモリ6に格納されている入出力特性データ81に基づき、ガンマ補正を実行する。

15 次に、色むら補正回路4は、スクリーンSC上に表示される投射画像に発生する色むらを抑制するように、ガンマ補正後の画像データDS $\gamma$ を補正する。本例では、画像データDS $\gamma$ に補正データを加減算することにより、色むらの補正を行なっている。

一方、液晶パネル5は、ハロゲンランプ等の光源を備えた照明光学系9から射出される照明光に対して画像信号DS $c$ に基づき光変調を施すライトバルブとして機能する。変調後の光（画像光）は、ズーム機能付き投射レンズ10を備えた投射光学系11によって、スクリーンSC上に投射表示される。

ここで、本例の液晶プロジェクタ1は、ズーム機能付き投射レンズ10のズーム状態を検出するためのズーム状態検出回路12を備えており、後述のように、検出されたズーム状態に応じた色むら補正が画像信号DS $\gamma$ に施されるようになっている。ズーム状態検出回路12としては、投射レンズ10を構成しているレンズ群を光軸方向に移動させるための回転カム機構（図示せず）の回転量 $\theta$ を検出するポテンショメータ、ロータリスイッチ等の各種の検出機構を用いることができる。また、電動ズーム機構を備えた25投射レンズの場合には、電動ズーム機構の駆動源であるステッピングモータのステップ数に基づきズーム状態を検出する回路構成を、ズーム状態検出回路12として用いることができる。

なお、図示は省略してあるが、本例の液晶プロジェクタ1は3色（R、G、B）それぞれの色信号に変調を施す3枚の液晶パネルを備えており、各回路2、3、4、6は30色分の画像信号を処理する機能を備えている。同様に、照明光学系9も、光源から射出

された光を3色の光に分離する色光分離光学系を含んでおり、投射光学系11は、3色の画像光をカラー画像に合成する合成光学系を含んでいる。このようなカラー画像用のプロジェクタ光学系は公知であり、例えば、本出願人による特開平10-171045号公報に開示されている。従って、本明細書においてはこれ以上の説明は省略するもの

5 とする。

#### (色むら補正動作)

本例の液晶プロジェクタ1では、後述する方法によって予めそのメモリ8に、色むら補正用データとして、投射レンズ10のズーム状態がワイド（広角）端である場合の色むら補正用データ82と、そのズーム状態がテレ（望遠）端である場合の色むら補正用データ83とが格納されている。制御回路7では、ズーム状態検出回路12によって検出されるズーム状態（x）に対応する色むら補正データ84を、これら2組の色むら補正用データ82、83に基づき直線補間によって算出している。色むら補正回路4では、算出された色むら補正用データ84を用いて画像データDS<sub>ア</sub>に対して色むら補正を施すようになっている。

本実施例では、色むら補正回路4、制御回路7、メモリ8が、本発明の色むら補正部に対応し、そして、ズーム状態検出回路12が、本発明のズーム状態検出部に対応する。

20 このように、本例の液晶プロジェクタ1においては、ズーム機能付き投射レンズのズーム状態に応じて色むら補正を行なうようにしている。従って、投射レンズのズーム量の如何に拘らず、常に、色むらが抑制された高品質の投射画像をスクリーンSC上に形成することができる。

ここで、本例では、2組の色むら補正データ82、83を利用しているが、ズーム状態に応じた3組以上の色むら補正データをメモリ8に格納しておき、検出されるズーム状態に対応する色むら補正データをメモリ8から読み出して使用することも可能である

25 。

なお、以下に、色むら補正方法について説明する。図2は、色むら補正を行なわないで、グレーのべた画像を表示させた場合の投射画像の例を示す説明図である。この図において、外枠21がワイド（広角）端における場合の投射画像の領域であるとし、内枠22がテレ（望遠）端における場合の投射画像の領域であるとする。この場合、ワイド（広角）端における投射画像（21）における画素P1およびP2の投射位置は、テレ

(望遠) 端における投射画像 (22) では、画素 P 1 '、P 2 ' に示す位置にシフトする。本例では、ズーム状態がワイド (広角) 端である場合と、テレ (望遠) 端である場合における各画素の補正データを算出するが、以下の説明ではズーム状態がワイド (広角) 端である場合の画素 P 2 ' での補正データの算出についてのみ説明する。画素 P 2 '

5 における場合も同様に算出される。

また、各色成分の画像データ D S は 8 ビットの階調データ、すなわち、0 から 255 までの整数であるとする。このとき、R 成分の輝度レベルを  $0 K_r$  ないし  $100 K_r$  ( $K_r$  : 係数) であるとし、G 成分の輝度レベルを  $0 K_g$  ないし  $100 K_g$  ( $K_g$  : 係数) 、B 成分の輝度レベルを  $0 K_b$  ないし  $100 K_b$  ( $K_b$  : 係数) であるとする。各係数  $K_r$ 、 $K_g$ 、 $K_b$  は、合成光の輝度に対する各色光 R、G、B の寄与率を表わしており、一般に、 $K_r = 0.29$ 、 $K_g = 0.585$ 、 $K_b = 0.114$  である。同一の色線分同士の相対的な輝度レベルに着目する場合には、各係数を無視できる。

10 グレー画像の階調データは R、G、B それぞれ 128 であるとし、このとき表示されるべき画像の R、G、B の各色光の輝度レベルは  $50 K_r$ 、 $50 K_g$ 、 $50 K_b$  であるとする。以下、これらの輝度レベルを「基準輝度レベル」と呼ぶ。

15 図 2 に示す投射画像においては、その画素 P 1 の輝度レベルは基準輝度レベルに等しいのに対して、画素 P 2 の輝度レベルは、R の輝度レベルが  $40 K_r$ 、G の輝度レベルが  $50 K_g$ 、B の輝度レベルが  $55 K_b$  となっている。つまり、基準輝度レベルと異なっており、当該画素 P 2 において色むらが発生している。この画素 P 2 における色むらは次のような色むら補正によって抑制される。

20 画素 P 2 で発生している色むらを抑制する方法としては、例えば、画素 P 2 における各色成分の輝度レベルが基準輝度レベルに等しくなるように、与えられた画像データ D S のレベルを補正するものがある。この方法では、R 成分の輝度レベルは  $40 K_r$  であり、基準輝度レベル  $50 K_r$  よりも低いので、不足する輝度レベル  $10 K_r$  を補うために要求されるデータ補正量を算出する。また、B 成分の輝度レベルは  $55 K_b$  であり、基準輝度レベル  $50 K_b$  よりも高いので、過剰な輝度レベル  $5 K_b$  を低減するためのデータ補正量を算出する。G 成分については色むら補正が不要であるのでデータ補正量は零とされる。このように算出したデータ補正量が、色むら補正用データとしてメモリ 25 8 に予め格納される。すなわち、各画素毎の色むら補正用データが、投射レンズ 10 の 30 ワイド (広角) 端状態およびテレ (望遠) 端状態において求められ、それぞれ、色むら

補正用データ 82、83 としてメモリ 8 に格納される。

なお、上記のデータ補正量の算出方法は、各色の輝度レベルが基準輝度レベルに等しくなるように、補正データを求めるものである。この代わりに、例えば、各画素の色度が互いに等しくなるように、カラー画像を形成する 3 つの色光のうちの 1 つの色光を基準として、各画素毎に、その基準となる色光の輝度レベルに他の色光の輝度レベルが等しくなるように補正データを決定するようにしてもよい。

また、各画素毎にデータ補正量を求めてメモリ 8 に格納する場合には、そのためのメモリ容量が大きくなってしまう。そこで、一般的には、表示される画像を数十画素 × 数十画素程度の単位ブロックで分割し、各ブロック毎に補正データを割り当てるようにしてもよい。また、各ブロックの補正データに基づき、当該ブロック内の各画素における補正データを補間するようにしてもよい。補間の方法としては、線形補間や荷重平均補間等の一般的な方法を採用することができる。

(その他の実施の形態)

上記の例は、本発明をカラー画像を表示する透過型の液晶プロジェクタに適用したものであるが、本発明は、これ以外の形式のプロジェクタに対しても同様に適用できる。

例えば、反射型の液晶パネルを用いたプロジェクタ、デジタル・マイクロミラー・デバイス、プラズマ・ディスプレイ・パネル、CRT 等の各種の表示デバイスを用いたプロジェクタに対しても本発明を同様に適用できる。

また、本発明は、モノクロ画像を投射表示するプロジェクタに対しても、同様に適用できる。

以上説明したように、本発明のプロジェクタにおいては、投射レンズのズーム状態に基づき色むら補正を行なうようにしている。投射レンズのズーム状態を考慮して投射画像の色むら補正が行われるので、ズーム状態の如何に拘らず、常に、色むらが抑制された高い品位の投射画像を形成できる。

25

産業上の利用可能性

本発明は、ズーム機能付き投射レンズを備えたプロジェクタに利用可能である。本発明によってズームレンズのズーム状態に関らず投射画像の色むらが補正される。

30

## 請求の範囲

1. 画像信号に対応した投射画像をスクリーン上に形成するズーム機能付き投射レンズを有するプロジェクタにおいて、  
5 前記投射レンズのズーム状態を検出するズーム状態検出部と、  
検出されたズーム状態に基づき前記画像信号に対して色むら補正を施す色むら補正部とを有していることを特徴とするプロジェクタ。

10 2. 請求項1において、  
前記色むら補正部は、前記ズーム状態に応じた色むら補正データが格納されたメモリを備えていることを特徴とするプロジェクタ。

15 3. 請求項2において、  
前記色むら補正部は、制御回路および色むら補正回路とを備えており、  
前記メモリは、少なくとも第1および第2のズーム状態に応じた第1および第2の色むら補正データを記憶保持しており、前記制御回路は、前記第1および第2のズーム状態の間のズーム状態における前記色むら補正データを、これら第1および第2の色むら補正データに基づき算出し、前記色むら補正回路は算出された色むら補正データを用いて前記画像信号に対して色むら補正を施すことを特徴とするプロジェクタ。

20 4. 請求項1ないし3のうちのいずれかの項において、  
透過光あるいは反射光に対して、前記画像信号に対応した変調を施すライトバルブを備えていることを特徴とするプロジェクタ。

25 5. 画像信号に対応した投射画像を、ズーム機能付き投射レンズによって、スクリーン上に形成するプロジェクタの色むら補正方法であって、  
前記投射レンズのズーム状態に応じて、前記画像信号に対して色むら補正を施すことを特徴とするプロジェクタの色むら補正方法。

30 6. 請求項5において、

前記投射レンズのズーム状態を検出するズーム状態検出工程と、  
検出されたズーム状態に応じた色むら補正データを算出する色むら補正データ算出工  
程と、  
算出された前記色むら補正データを用いて前記画像信号に対して色むら補正を施す色  
5 むら補正工程とを含むことを特徴とするプロジェクトの色むら補正方法。

7. 請求項 6において、  
前記色むらデータ算出工程では、予め記憶保持されているズーム状態に対応した複数  
組の色むら補正データから、検出されたズーム状態に対応した色むら補正データを選択  
10 して出力することを特徴とするプロジェクトの色むら補正方法。

15  
20

## 要約書

画像信号に対応した投射画像をスクリーン上に形成するズーム機能付き投射レンズを  
有するプロジェクタが、前記投射レンズのズーム状態を検出するズーム状態検出部と、  
5 検出されたズーム状態に基づき前記画像信号に対して色むら補正を施す色むら補正部と  
を有している。